

ТОКОВАЯ МОДЕЛЬ СЕРДЕЧНОЙ АРИТМИИ НА ОСНОВЕ АВТОНОМНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ГИПЕРБОЛИЧЕСКИМ АТТРАКТОРОМ ТИПА СМЕЙЛА – ВИЛЬЯМСА

Белякин С.Т., Шутеев С.А.¹

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Физический ф-т, каф. Общей физики, Россия, 119192, г. Москва, ул. ак. Хохлова 1, корп. 2, кв. 326,
Тел.: (8-945)939-51-56, факс: (8-945)939-30-38,
E-mail: belyakin1962@mail.ru

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Физический ф-т, каф. МВ физики, Россия, 119192, г. Москва, ул. ак. Хохлова 1, корп. 2,
Тел.: (8-945)939-17-97, факс: (8-945)939-17-97,
E-mail: shuteev@phys.msu.ru

Впервые реализовано электронное устройство, представляющее собой неавтономную динамическую систему с гиперболическим аттрактором типа Смейла – Вильямса. Проведено экспериментальное исследование лабораторного макета генератора гиперболического хаоса и продемонстрировано соответствие наблюдаемой динамики результатам численных расчетов и схемотехнического моделирования в программной среде Multisim (совместно с лаб. СФ-6) [1].

Схема аналогового устройства, динамика которого описывается системой уравнений (1):

$$\begin{aligned}\tau \frac{dx}{dt} &= \mu_1(x, y, u, v)x - \frac{1}{2}\varepsilon_1(u^2 - v^2), \\ \tau \frac{dy}{dt} &= \mu_1(x, y, u, v)y - \varepsilon_1 uv + f(A, \omega, \tau), \\ \tau \frac{du}{dt} &= \mu_2(x, y)u - \varepsilon_2 x, \\ \tau \frac{dv}{dt} &= \mu_2(x, y)v - \varepsilon_2 y,\end{aligned}\tag{1}$$

где: $\mu_1 = 1 - r_2 + \frac{1}{2}r_1 - \frac{1}{50}(1 - r_1)^2$, $\mu_2 = r_1 - 1$, $r_1 = x^2 + y^2$, $r_2 = u^2 + v^2$, $f = A \sin \omega t$.

С каждой из четырех динамических переменных x , y , u , v ассоциируется фрагмент схемы, представляющий собой интегратор на базе операционного усилителя (соответственно, U1, U2, U3, U4). Константа $\tau = 10RC$ составляет $\tau = 1$ мс. Для представленной схемы коэффициенты связи составляют $\varepsilon_1 = 0.01$, $\varepsilon_2 = 0.1$.

Литература

1. Kuznetsov S.P., Pikovsky A. Autonomous coupled oscillators with hyperbolic strange attractors. *Physica D* **232**, 87–102, 2007.